

ワンサイドボルト一面摩擦接合継手のすべり係数

明星大学
明星大学
(株)ロブテックスファスニングシステム

正会員 鈴木 博之
学生会員 ○叶内 佑樹
藤井 克紀

1. はじめに ワンサイドボルト二面摩擦接合継手のすべり係数はすでに求められているが、一面摩擦接合継手のすべり係数は未だ得られていない。加えて、すべり係数は接合面の状態に依存することが知られている。

本研究ではワンサイドボルト一面摩擦接合継手の表面状態を変えてすべり試験を行い、接合面の状態が一面摩擦接合継手のすべり係数に及ぼす影響を検討する。

2. 試験方法 試験体を図-1に示す。母材の材質はSM400であり、厚さは14mm、添接板の材質はSS400であり、厚さは12mmである。ワンサイドボルトはMUTF20を使用し、ボルト孔径は21.5mmである。ワンサイドボルトの導入張力 N_i は145kNとした。図中のAおよびBの表裏にひずみゲージ(S-1～S-4)を貼付した。また、CおよびDの開口変位(CI-1、CI-2)、Eにおける試験体間の面外変形量(CI-3)をクリップゲージを用いて測定した。接合面の表面状態は触針式表面粗さ測定器を用いて、中心線平均粗さ(R_a)を3箇所計測した。 R_a を指示せずにブラスト処理を施して製作した試験体をLシリーズ、 R_a が $10\mu\text{m}$ 以上になるように指示して製作した試験体をHシリーズとし、それぞれ4体ずつ試験を行った。試験体はボルト締め付け後7日間以上経過させてからすべり試験を行った。すべり荷重 P_s はすべり音が発生した時の荷重とした。摩擦面の数を a 、ボルト本数を n とすると、すべり係数 μ は(1)式により与えられる。

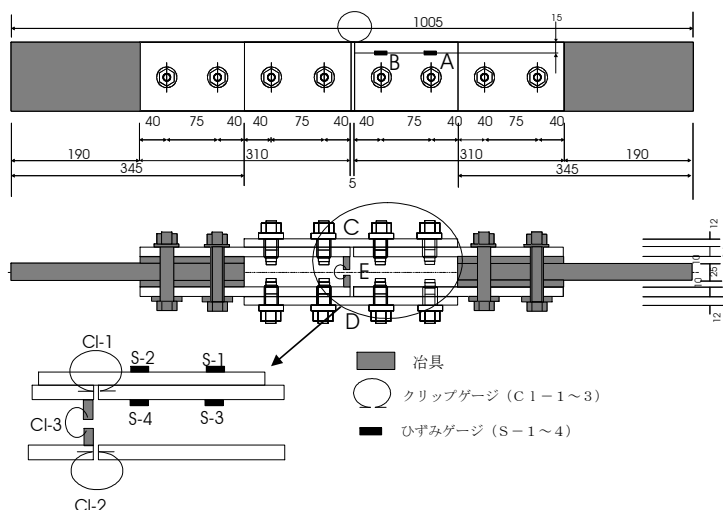


図-1 試験体と治具及びゲージ貼付位置

試験体をLシリーズ、 R_a が $10\mu\text{m}$ 以上になるように指示して製作した試験体をHシリーズとし、それぞれ4体ずつ試験を行った。試験体はボルト締め付け後7日間以上経過させてからすべり試験を行った。すべり荷重 P_s はすべり音が発生した時の荷重とした。摩擦面の数を a 、ボルト本数を n とすると、すべり係数 μ は(1)式により与えられる。

$$\mu = P_s / (n \cdot a \cdot N_i) \quad (1)$$

3. 試験結果及び考察 接合面の中心線平均粗さを測定した結果を表-1に示す。Lシリーズの R_a は $5.5\mu\text{m}$ ～ $8.8\mu\text{m}$ で、平均 $7.1\mu\text{m}$ であった。Hシリーズの R_a は $17\mu\text{m}$ ～ $21\mu\text{m}$ で、平均 $19.3\mu\text{m}$ であった。

次に例としてL-1とH-2のすべり試験におけるCおよびDの開口変位と荷重の関係を図-2に示す。L-1においては、231kNのときに荷重が急激に低下し、開口変位が増加していることから、一回目のすべりが生じたことが分かる。同様にL-2は201kN、L-3は196kN、L-4は215kNで一回目のすべりが生じた。H-2においても336kNのときに荷重が急激に低下し、開口変位が増加していることから、一回目のすべりが生じたことが分かる。同様にH-1は300kN、H-3は325kN、H-4は315kNで一回目のすべりが生じた。

これらのすべり荷重を(1)式に代入してすべり係数を求めた。結果を表-2に示す。Lシリーズのすべり係数は0.34～0.40の範囲にあり、平均は0.36となった。したがって、Lシリーズはすべり係数0.40を満足していない。Hシリーズのすべり係数は0.52～0.58で、平均は0.55となった。したがって、Hシリーズはすべり係数0.40を満足している。

キーワード ワンサイドボルト、一面摩擦接合継手、すべり試験、表面粗さ

連絡先：〒191-8506 東京都日野市程久保2-1-1 明星大学理工学部建築学科 TEL 042-591-9645

表-1 表面粗さ測定結果

	L-1	L-2	L-3	平均
Ra (μm)	5.5	8.8	7.1	7.1
	H-1	H-2	H-3	平均
Ra (μm)	20	17	21	19.3

表-2 すべり係数

	L-1	L-2	L-3	L-4	平均
μ	0.40	0.35	0.34	0.37	0.36
	H-1	H-2	H-3	H-4	平均
μ	0.52	0.56	0.56	0.54	0.55

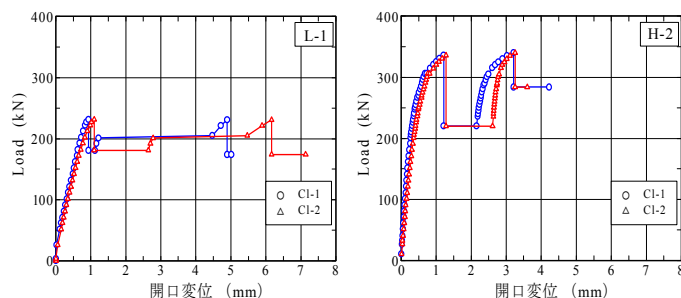


図-2 荷重-変位曲線

表-3 接合面処理に応じたすべり係数の推奨値

表面状態	すべり係数	表面粗さ
	0.35	表面粗さの指定なし
	0.40	$10\mu\text{m} > \text{Ra} \geq 5\mu\text{m}$
	0.45	$\text{Ra} \geq 10\mu\text{m}$

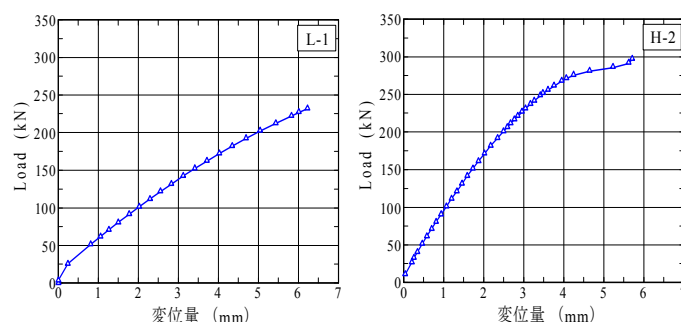


図-4 面外変形量

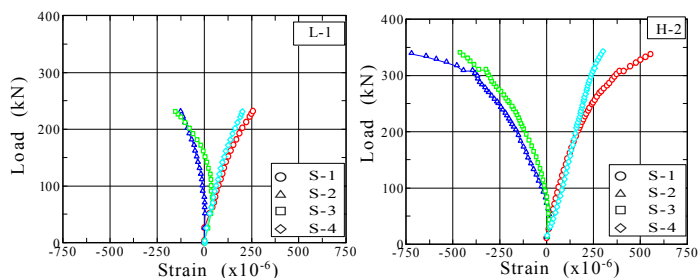


図-3 荷重-ひずみ曲線

表-3 に学会で推奨されている接合面に応じたすべり係数¹⁾を示す。LシリーズのRaは平均 $7.1\mu\text{m}$ であるので、この表からすべり係数0.40を満足することができるはずであるが、本試験では0.40を満足することができなかった。HシリーズのRaは平均 $19.3\mu\text{m}$ なので、すべり係数0.45以上得ることができたことが理解される。よって、ワンサイドボルト一面摩擦接合継手のすべり係数は、他の高力ボルトと同様にすべり係数は接合面の表面粗さに依存することが分かった。

図-3にL-1とH-2のS-1～S-4のひずみゲージから得られた荷重-ひずみ曲線を示す。S-1、S-4には引張力、S-2、S-3には圧縮力が生じていることが分かる。試験体を取り付けている治具の剛性が大きいため、試験体は両端固定はりのような挙動を示したものと考えられる。試験終了後、試験体を解体し、ワンサイドボルトのワッシャーと添接板の摩擦面を観察すると、ワンサイドボルトのワッシャーが添接板にめり込んでいることが確認された。このワッシャーのめり込みが、すべり係数に寄与している可能性も考えられる。

図-4にEで測定した試験体の面外変形量を示す。荷重が増加するにつれて試験体の中央に局部モーメントが生じ、試験体が面外変形していることが分かる。その面外変形量はH-1が最大で、 6.84mm であった。これは、今後予定している疲労試験の試験体の設計の参考にしたいと考えている。

4. まとめ 本研究ではワンサイドボルト一面摩擦接合継手のすべり試験を摩擦面の状態を変えて行った。表面粗さを指定せずに製作した試験体($\text{Ra}=7.1\mu\text{m}$)のすべり係数は平均0.36であり、表面粗さを指定して製作した試験体($\text{Ra}=19.3\mu\text{m}$)のすべり係数は平均0.55であった。このことから、摩擦面を適切に処理することにより、本学で行ったワンサイドボルト二面摩擦接合継手のすべり試験で得られたすべり係数($\mu=0.60$)より約8%劣るが、摩擦接合継手のすべり係数の基準である $\mu=0.40$ は満たしているため、ワンサイドボルト一面摩擦接合継手は実用の可能性が大きいものと判断される。

参考文献

- (1) 土木学会：鋼構造シリーズ15 高力ボルト摩擦 接合継手の設計・施工・維持管理指針(案)